

## **Sätechnik**

Till Meinel,  
Institut für Landmaschinentechnik und Regenerative Energien, Fachhochschule Köln

### **Kurzfassung**

Aktuelle Entwicklungen in der Drillsaat dienen der Verbesserung der Längsverteilung bei der Aussaat von Getreide und Raps. Die Sensorik zur Kornerfassung und Gutstromüberwachung mit dem Ziel einer weiteren Automatisierung der Saat- und Düngerablage bildet einen weiteren Entwicklungsschwerpunkt. Ein neues System zur Fahrerentlastung bei der Einstellung und Bedienung der Maschinen wird vorgestellt. Im Bereich Einzelkornsaat wird ein komplett neu entwickeltes System mit geregelter Korntransport in das Schar präsentiert. Weitere Entwicklungen betreffen die reduzierte Bodenbearbeitung zur Aussaat von Zuckerrüben sowie die Erkennung von Feinsaaten mittels optischer Sensoren.

### **Schlüsselwörter**

Drillsaat, Einzelkornsaat

## **Seeding Technology**

Till Meinel,  
Institute of Agricultural Engineering and Renewable Energies, Cologne University of Applied Sciences

### **Abstract**

Recent developments in drilling technology will improve the longitudinal distribution during sowing of cereals and oilseed rape. Sensors for particle detection and flow monitoring for further automation of the seed and fertilizer placement are a further development focus. A new system for driver relief during calibration and operation of the machines is presented. For precision sowing, a completely newly developed system is presented with a controlled seed transport into the coulter. Other developments include reduced tillage for sowing of sugar beet and the detection of small seeds with optical sensors.

### **Keywords**

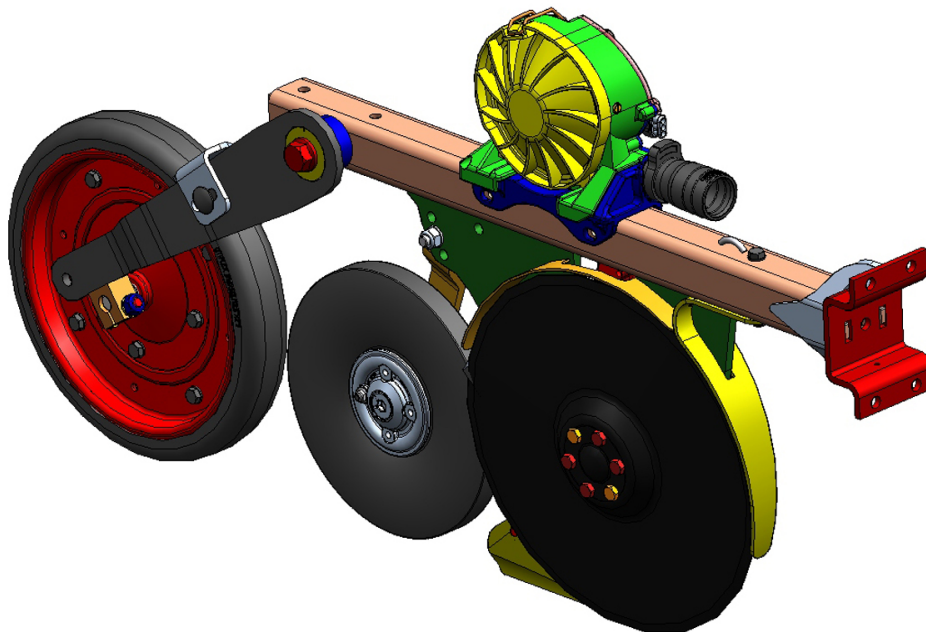
Drilling, precision sowing

## Einleitung

Die Sätechnik trägt im modernen Landwirtschaftsbetrieb weiterhin entscheidend zu hohen Pflanzenerträgen und Betriebsergebnissen bei. Die Anwender möchten optimale Standgenauigkeiten der Pflanzen im Feld bei zunehmenden Arbeitsgeschwindigkeiten erzielen und gleichzeitig von Kontroll- und Überwachungsaufgaben während der Arbeit entlastet werden. Dieses Ziel erfordert die Optimierung der Sätechnik in Bezug auf hohe Geschwindigkeiten sowie den Einsatz intelligenter Elektronik in allen Teilbereichen der Saat- und Düngerablage.

## Drillsaat

Das von Horsch entwickelte Einzelkorndosiersystem mit dem Ziel der verbesserten Längsverteilung bei der Aussaat von Getreide und Raps wurde weiter optimiert, getestet und in seinen technischen Einzelheiten vorgestellt [1]. Jede Säreihe enthält ein von einem DC-Motor angetriebenes Vereinzlungsaggregat mit einer austauschbaren Vereinzlungsscheibe (**Bild 1**). Das Aggregat puffert den vom Verteiler kommenden zeitlich unregelmäßigen Saatgutstrom und gibt anschließend eine definierte Anzahl von Körnern pro Umdrehung an das Säschar ab. Jede Säreihe verfügt über einen Controller (Reihen-ECU), der die Motordrehzahl, basierend auf der gewünschten Aussaatmenge (Körner pro Fläche) und der aktuellen Fahrgeschwindigkeit, regelt. Die Reihencontroller sind über CAN-Bus mit der ECU der Sämaschine verbunden. Weiterhin verfügt jede Säreihe über zwei Sensoren: Ein Piezosensor an der Saatleitung zwischen Verteilerkopf und Schar zählt die Körner und sendet dieses Signal via Sensor- ECU an den Maschinen- CAN-Bus. Ein weiterer optischer Sensor erfasst den Kornabstand zwischen Vereinzlung und Auftreffpunkt in der Furche.



**Bild 1:** Schematische Darstellung einer Säreihe mit Vereinzlungsaggregat [1]

**Figure 1:** Schematic overview seed row unit with singling system [1]

Die Regelalgorithmen sind flexibel gestaltet. In der einfachsten Form erfolgt die Regelung der Motordrehzahl ausschließlich auf der Basis von Aussaatmenge und Fahrgeschwindigkeit. In weiteren Ausbaustufen werden die Sensorsignale verwendet, um die Drehzahl der Vereinzelungsscheibe zusätzlich entsprechend des aktuellen Pufferfüllgrades zu variieren. Ergebnisse von Labor- und Feldversuchen zeigen, dass das System den Variationskoeffizienten der Kornlängsverteilung von 90–100 % auf 15–45 % reduzieren kann. Im Labor sind 15–25 % möglich, die Werte hängen stark von der Qualität des Saatgutes ab. Die Piezosensoren erreichten im Laborversuch 98 % Zählgenauigkeit. In Feldversuchen zeigte sich weiterer Entwicklungsbedarf, insbesondere bei den optischen Sensoren beim Einsatz im Raps.

MSO bietet den Mikrowellensensor "SeeDector" jetzt als komplettes Überwachungssystem für verschiedene Einsatzmöglichkeiten an. Unter der Bezeichnung "SeedMon" kann das System den Gegebenheiten der Maschinen angepasst werden und sowohl zur Saatflussüberwachung bei Drillmaschinen als auch zur Blockadeerkennung bei der Reihendüngung, z.B. bei der Maisaussaat, zum Einsatz kommen [2 bis 4]. Die Sensoren werden außen auf die vorhandenen Sä- oder Düngerschläuche montiert und bilden dadurch keine zusätzlichen Verstopfungsmöglichkeiten. Das Messprinzip der Durchflussmessung basiert auf dem Dopplereffekt. Frequenz und Amplitude des resultierenden Schwebungssignals aus gesendeten und am Fördergut reflektierten elektromagnetischen Wellen werden ausgewertet. Die Frequenz korreliert mit der Flussgeschwindigkeit und die Amplitude mit der Menge der Körner. Das System erkennt Verstopfungen bereits im frühen Stadium, was besonders für die Rapsaussaat von Vorteil ist. Das verwendete Messprinzip macht den Sensor unempfindlich gegen Ablagerungen und Verschmutzungen im Schlauch.

Amazone stellt mit dem TwinTerminal 3.0 ein System zur Fahrerentlastung beim Kalibrieren der Cirrus 03-Sämaschinen vor (**Bild 2**). Bedienung und Dateneingabe für den Kalibriervorgang sind damit direkt an der Maschine möglich, weshalb das mehrfache Ab- und Aufsteigen vom bzw. auf den Traktor entfällt [5].



**Bild 2:** TwinTerminal 3.0 [5]

**Figure 2:** TwinTerminal 3.0 [5]

## Einzelkornsaat

In Deutschland wurden 2013 knapp 3 Mio. ha mit Einzelkornsämaschinen bestellt, gegenüber ca. 8 Mio. ha bestellter Fläche im Drillsaatverfahren (**Tafel 1**). Mehr als 85 % der im Einzelkornverfahren bestellten Fläche entfielen auf Mais.

**Tafel 1:** Flächen für Einzelkornsaat in Deutschland 2013 [6;7]

**Table 1:** Areas for precision seeding in Germany 2013 [6;7]

Fruchart <i>Crop</i>	Anbaufläche [1.000 ha] <i>area [1.000 ha]</i>
Körnermais/CCM <sup>*1</sup> <i>Corn/CCM<sup>*1</sup></i>	495,8
Silomais <sup>*1</sup> <i>Corn for silage<sup>*1</sup></i>	1995,1
<u>Mais gesamt</u> <u><i>Corn total</i></u>	<u>2490,9</u>
Zuckerrüben <i>Sugar beet</i>	345,2
Ackerbohnen <i>Field beans</i>	15,8
Feldgemüse <i>Vegetables</i>	20
Gesamt <i>Total</i>	2871,9
übrige Drillsaaten <i>remaining crops for seeding</i>	ca. 8000

<sup>\*1</sup> vorläufige Werte, *temporary values*

Einzelkornsämaschinen haben in den vergangenen Jahren eine starke technische Weiterentwicklung erfahren. Wichtige Gründe hierfür sind z.B. der wachsende Flächenanteil der Einzelkornsaat in Deutschland und dessen Nachbarländern, die Förderung der Engsaat bei Mais, der Einsatz von Hybridsaatgut bei Raps, sowie die zunehmende Verfügbarkeit elektrischer Antriebe und ISOBUS- Technologien.

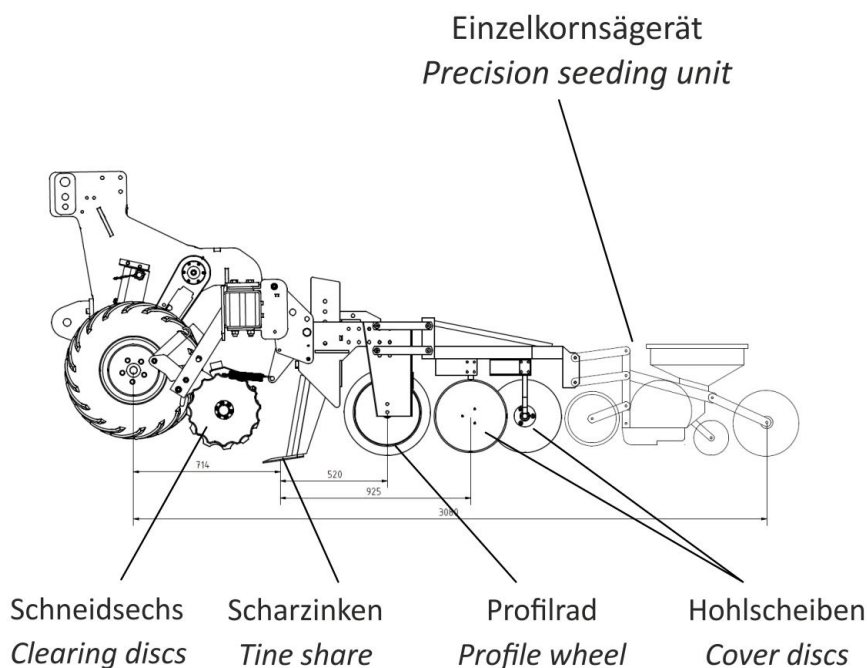
In den letzten Jahren gab es verstärkte Bemühungen der Hersteller, die Arbeitsgeschwindigkeit bei der Einzelkornsaat weiter zu erhöhen, ohne die Ablagegenauigkeit zu beeinträchtigen. Dabei konzentrierten sich die Konstrukteure auf die Verbesserung der Prozessgenauigkeit nach dem Lösen der Körner von der Säscheibe (Amazone, Horsch, Lemken, Väderstad) [8 bis 10].

John Deere stellte 2014 ein neu entwickeltes Vereinzlungssystem mit der Bezeichnung "ExactEmerge" vor, das zur SIMA 2015 mit einer Goldmedaille ausgezeichnet wurde [11]. Die Kornvereinzlung erfolgt pneumatisch mit Unterdruck. Neu und bisher einmalig am Markt ist ein umlaufendes Bürstenband, das die vereinzelteten Körner in das Schar transportiert (**Bild 3**). Dadurch soll die beim Vereinzeln erzielte exakte Kornverteilung bis zum Ablagepunkt am Furchengrund erhalten bleiben. Jedes Säaggregat verfügt über zwei bürstenlose Elektromotoren, die die Säscheibe und das Bürstenband separat antreiben. Der Hersteller gibt für dieses System eine gleichbleibende Ablagegenauigkeit bis 16 km/h (10 mph) an [12].



**Bild 3:** Vereinzelungssystem ExactEmerge  
**Figure 3:** Singulation system ExactEmerge

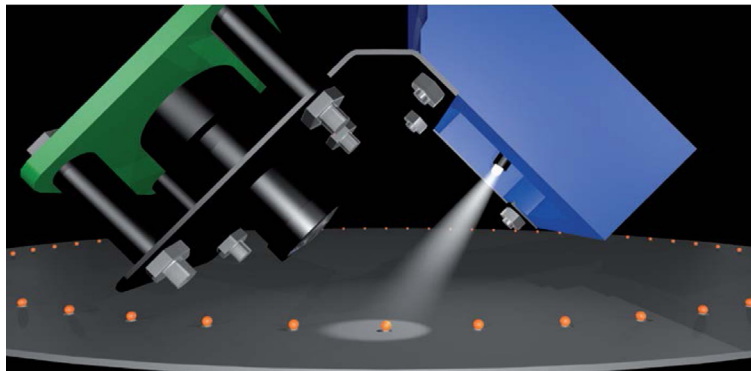
Schulze-Lammers und Schmittmann entwickelten ein Schlitzsägerät für die einphasige Aussaat von Zuckerrüben [13; 14]. Das Gerät lockert den Boden tiefgründig (bis 25 cm) in der Reihe, um günstige Voraussetzungen für die Wurzelentwicklung bei Pfahlwurzeln zu schaffen. Es verfügt im vorderen Bereich über Schneidseche, Lockerungszinken, Profilrad und Hohl-scheiben (**Bild 5**). Anschließend folgt ein serienmäßiges Einzelkornsägerät mit Mulchsaatausrüstung, die Gesamtlänge der Maschine beträgt 3 m.



**Bild 5:** Schlitzsägerät für Zuckerrüben [13]  
**Figure 5:** Strip-till seeder for sugar beets [13]

Das System wurde in zwei Versuchsjahren in den Anbauvarianten Strohmulch und Senf (Vorfrucht Gerste, flache Stoppelbearbeitung) mit dem betriebsüblichen Anbau (Pflugeinsatz und Sekundärbodenbearbeitung) verglichen. Es zeigte sich, dass das Verfahren trotz der geringeren Bearbeitungsintensität vergleichbare Rüben- und Zuckererträge erzielen kann.

Kverneland entwickelte das zur Agritechnica 2013 vorgestellte optische Überwachungssystem für Feinsaatgut weiter (**Bild 4**). Das System erkennt neben Fehlstellen mittels einer permanenten Kalibrierung und Echtzeit-Bildverarbeitung auch Doppel- und Dreifachbelegungen. Dies dient der Einsparung des oft sehr teuren Saatgutes [15].



**Bild 4:** Kamergestütztes Überwachungssystem für Feinsaatgut "Vlcheck" [15]

**Figure 4:** Camera based monitoring system for fine seeds "Vlcheck" [15]

Die variable Tiefenablage bei der Maisaussaat, basierend auf einer Echtzeit - Feuchtemessung des Bodens, wird in [16] vorgestellt. Ein kapazitiver Sensor [17] ermittelt den Bodenfeuchtegehalt in 5 cm Tiefe und liefert die Eingangsgröße für die Regelung der Ablagetiefe im Bereich 1 - 3 in (2,5 - 7,5 cm). Erste Feldversuche ergaben jedoch keine signifikanten Ertragsunterschiede durch die Regelung der Ablagetiefe, was nach Meinung der Autoren auf die feuchten Witterungsbedingungen im Frühjahr zurückzuführen ist. Die Versuche werden fortgesetzt.

Koller et al. analysierten mit einem dreidimensionalen Messsystem das Flugverhalten einzelner Maiskörner nach dem Abwurf von der Säscheibe an einem Vereinzelungsaggregat John Deere Pro-Series XP [18]. Eine Hochgeschwindigkeitskamera zeichnet die Trajektorien der Körner in zwei Ebenen auf, wobei eine Ebene mittels eines Spiegels in die Filmebene geklappt wird. Die im Feld auftretenden Vertikalbeschleunigungen simulierte man durch die Montage der Messeinrichtung auf einem Schwingtisch. Das System ist geeignet für die Messung der Vereinzelungsgenauigkeit und zeigte deutliche Unterschiede zwischen zwei verwendeten Säscheiben.

Gürsoy untersuchte die Wirksamkeit von Row Cleanern bei der Mulchsaat von Mais mit Geschwindigkeiten von 5 - 6,5 km/h [19]. Durch die Verwendung dieser Baugruppe verbesserten sich Feldaufgang und Standgenauigkeit. Bei Erhöhung der Geschwindigkeit zeigten die Row Cleaner eine verbesserte Wirkung. Dazu wurden die Parameter Masse der geräumten Pflanzenrückstände an der Oberfläche und Masse der Pflanzenrückstände in der Furche (hairpinned residue) ausgewertet.

## **Zusammenfassung**

Kornerfassung und Gutstromüberwachung sind aktuelle Entwicklungsschwerpunkte bei Drillmaschinen. Mikrowellensensoren zur Gutstromüberwachung haben mittlerweile Marktreife erreicht und können wahlweise in pneumatischen Drillmaschinen oder in Reihendüngerstreuern bei der Einzelkornsaat genutzt werden. Ein System zur Einzelkornsaat von Getreide und Raps mit piezoelektrischer Körnerzählung und aktiv geregelter Kornvereinzelung befindet sich im Vorserienstadium. Hohe Standgenauigkeit bei der Maisaussaat mit Geschwindigkeiten bis 16 km/h unter Mulchsaatbedingungen sind das Ziel eines neu entwickelten Vereinzelungssystems mit zwei separaten elektrischen Antriebsmotoren und einem Bürstenband für den geregelten Korntransport in das Schar. Weitere aktuelle Entwicklungen zur reduzierten Bodenbearbeitung bei der Aussaat von Zuckerrüben sowie optische Sensoren für die Erkennung von Fehl- und Doppelbelegungen bei der Vereinzelung von Feinsaaten wie Gemüse, Blumen und Heilkräuter werden vorgestellt.



## **Literatur**

- [1] Rothmund, M.; et al.: Approach for a single seed precise control system for small grains based on Piezo-electric and optical sensors. VDI-MEG Tagung Landtechnik 19.-20. November 2014 Berlin, In: VDI-Berichte 2226, S. 215-220. Düsseldorf: VDI-Verlag 2014.
- [2] -, -: SeedMon. Blockademonitor-System zur Sämaschinenüberwachung mit MSO See-Dector Sensoren. Produktinformation MSO Meßtechnik und Ortung GmbH, Bad Müstereifel, 2013.
- [3] Küper, J. M.: Sicherer mit Sensor. top agrar 43 (2014) H.8, S. 108-109.
- [4] Böhrnsen, A.; Holtmann, W.: Späte Überraschungen ausgeschlossen. Profi 27 (2015) H.1, S. 92-95.
- [5] -, -: Comfort-Paket mit TwinTerminal 3.0 für die Sämaschinen Cirrus 03. Presseinformation August 2014, AMAZONEN-WERKE H. DREYER GmbH & Co. KG, Hasbergen-Gaste.
- [6] -, -: Statistisches Jahrbuch 2013, Statistisches Bundesamt 2014.
- [7] -, -: Anbauflächen 2013, URL <http://www.zuckerverbaende.de/zuckermarkt/zahlen-und-fakten/eu-zuckermarkt/zuckererzeugung.html> - Aktualisierungsdatum: 03.02.2014.
- [8] -, -: Tempo. Prospekt, Väderstad-Verken AB 2013.
- [9] -, -: EDX. Prospekt, Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG 2013.
- [10] -, -: Maestro. Prospekt, Horsch Maschinen GmbH 2013.
- [11] Bournigal, J. M.; et al: Innovation in Agro-Equipment and the main trends of SIMA-SIMAGENA 2015. Online verfügbar unter <http://www.simaonline.com/> (abgerufen am 23.01.2015).
- [12] -, -: ExactEmerge and MaxEmerge5 Row Units. Prospekt, John Deere 2014.
- [13] Schulze-Lammers, P.; Schmittmann, O.: Schlitzsägerät für die einphasige Aussaat von Zuckerrüben. Landtechnik 69 (2014) H.3, S. 139-142.
- [14] Schulze-Lammers, P.; Schmittmann, O.: Entwicklung eines Schlitzsägerätes für Zuckerrüben und Ergebnisse von mehrjährigen Feldversuchen. VDI-MEG Tagung Landtechnik 19.-20. November 2014 Berlin, In: VDI-Berichte 2226, S. 209-214. Düsseldorf: VDI-Verlag 2014.
- [15] -, -: Vlcheck, Prospekt, Kvernelandgroup Soest GmbH 2013.
- [16] René-Laforest, F.; et al.: Variable Depth Planting of Corn. 2014 ASABE and CSBE/SCGAB Annual International Meeting Montreal, Quebec Canada, July 13 – 16, 2014. Paper Number: 141912822.
- [17] Mastorakos, M.: Development of a capacitance-based sensor for on-the-go soil moisture measurements. In: Transactions of the Fourth International Symposium on Soil Water Measurement Using Capacitance, Impedance and TDT, Montreal, Quebec, Canada, 16-18 July 2014.



- [18] Koller, A.; et al.: Test method for precision seed singulation systems. Transactions of the ASABE Vol. 57(5), 2014, S. 1283-1290.
- [19] Gürsoy, S.: Performance Evaluation of the row-cleaner on a No-Till planter. Transactions of the ASABE Vol. 57(3), 2014, S. 709-713.

---

**Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

**Wissenschaftliches Review / Scientific Review**

Erfolgreiches Review am 10.02.2015

**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Meinel, Till: Sätechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2014. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2015. S. 1-9

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055056>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/190.html>